

1 Notfallmedizinische Techniken und Verfahrensweisen

1.1 Atemwegsmanagement

1.1.1 Freimachen und Sichern der Atemwege

Die Standardmaßnahme zum Freimachen der Atemwege ist das Überstrecken des Kopfes, um den Zungengrund vom Rachen abzuheben und das Anheben des Kinns.



Kopf überstrecken, „Head-Tilt“; Kinn anheben, „Chin Lift“

Vor dieser Maßnahme ist eine Inspektion von Mund und Rachen nach Fremdkörpern und Erbrochenem erforderlich, da diese sonst nach dem Überstrecken aspiriert werden könnten.

Finden sich Fremdkörper oder Erbrochenes, so wird der Kopf (möglichst achsengerecht mit dem Körper) auf die Seite gelegt und der Mund manuell oder mit Hilfe einer Magill-Zange ausgeräumt beziehungsweise abgesaugt. Festsitzende Gebißprothesen können belassen werden, da dies die „Handhabbarkeit“ von Kiefer und Kopf sowie die Beatmung erleichtern.

Eine alternative Maßnahme, die insbesondere bei Patienten mit Schädigung der Halswirbelsäule angewendet werden muß, ist das Verschieben des Unterkiefers am Kieferwinkel („Jaw Thrust“), auch Esmarch'scher Handgriff genannt.



Mund öffnen, „Jaw Thrust“

Um die Atemwege freizuhalten kann zusätzlich ein Pharyngealtubus

(Guedel-Tubus) eingelegt werden.

Dabei ist folgendes Vorgehen zu beachten: Abmessen der Länge des Guedel-Tubus: vom Mundwinkel bis zum Ohrläppchen, Tubus mit der Spitze nach kranial zeigend einführen und unter Drehung um 180 Grad komplett einsetzen.

Gefahren

Bei zu kleinem Tubus Verlegung der Atemwege durch Zurückdrücken des Zungengrundes.

Bei zu großem Tubus Verlegung der Atemwege durch die Tubusspitze, Vagusstimulation mit Erbrechen, Bradykardie, ggf. Asystolie.

Der Guedeltubus bietet keinen Aspirationsschutz, er sichert lediglich die Atemwege, außerdem dient er als Beißschutz, er erleichtert die Masken-Beatmung und dient zum Fixieren des Endotrachealtubus.

Guedel-Tubus, Abmessen des Guedel-Tubus, Einführen mit der Spitze nach kranial, dann 180-Grad-Drehung



Ein weiteres aber seltener verwendetes Hilfsmittel zum Sichern der Atemwege ist der Nasopharyngeal-Tubus (Wendl-Tubus)

Beim Wendl-Nasopharyngealtubus ist folgendes Vorgehen zu beachten:

- Einlegen über Nasenhöhle und Rachenhinterwand
- Längenabmessung: Nasenspitze bis Ohrläppchen
- Spitze senkrecht einführen und unter Drehung im Uhrzeigersinn weiterschieben
- geringerer Vagusreiz, auch bei nicht tief bewußtlosen Patienten anwendbar

Cave

- Bei zu großem Tubus Verlegung der Atemwege
- Tubuslage im Gehirn bei Schädelbasisfrakturen möglich
- Auch der Wendltubus bietet keinen Aspirationsschutz

Wird der Kopf nicht korrekt überstreckt oder werden die Atemwege mit einer alternativen Technik nicht ausreichend freige-macht, kann der dadurch verursachte höhere Beatmungsdruck zum Überblähen des Magens führen. Um dies zu vermeiden,

kann schon hier die Anwendung des Sellick-Handgriffes hilfreich sein. Häufig wird der Kopf des Patienten aufgrund des (gewohn- ten) steifen Materials der Übungsphantome zu heftig überstreckt. Dies muß zum Ausschluß von Halswirbelsäulenverletzungen un- bedingt vermieden werden.

1.1.2 Management der Atemwegsverlegung

Bei kompletter Verlegung der Atemwege durch Fremdkörper kommt es beim Bewußtlosen zu der sogenannten „inversen Atmung“, bei der sich Brust- und Bauchatmung fühlbar abwechseln. Oft wird die Bolusverlegung aber erst dadurch erkannt, daß keine Beatmung möglich ist.



Management der Atemwegs-
verlegung, „inverse Atmung“
(links)

Lagerung des Patienten
(rechts)

Die folgenden Maßnahmen müssen dann in dieser Reihenfolge getroffen werden:

- auf die Seite drehen
- mit der flachen Hand zwischen die Schulterblätter klopfen
- auf den Rücken drehen
- erneute Racheninspektion
- evtl. Heimlich-Manöver (s.u.) oder abdominelle Kompression
- ggf. Fremdkörper entfernen (Finger oder Magill-Zange + Laryngoskop)

Der bewußtseinsklare Patient mit Bolusaspiration faßt sich meist mit der Hand an den Hals und verspürt ein deutliches Erstikungsgefühl. Er zeigt alle Anzeichen von Todesangst. Auch in diesem Fall können obige Maßnahmen angewendet werden.

Das Heimlich-Manöver stellt eine risikobehaftete Maßnahme dar, die nur bei drohendem Ersticken und nicht durch den Laien angewendet werden sollte. Die Arme des Helfers werden dabei von hinten um den Brustkorb des Patienten und die Hände des Helfers auf den Oberbauch gelegt, diese fassen sich gegenseitig. Auf Brustkorb und vor allem den Oberbauch des Patienten wird dann in mehreren Stößen Druck ausgeübt, so daß durch den

erhöhten Druck im Thorax der Fremdkörper aus der Trachea geschleudert wird. Am Kopf des Patienten inspiziert möglichst ein zweiter Helfer den Rachenraum, um den Bolus manuell oder mit der Magill-Zange zu entfernen. Das Heimlich-Manöver sollte bei Bewusstlosigkeit und Atemwegsverlegung durch einen Laienhelfer nicht durchgeführt werden. Die Durchführung ist sehr komplex und beinhaltet einige Komplikationen. Bei bereits eingetretener Bewusstlosigkeit soll der Laienhelfer lediglich die Basisreanimation durchführen. Durch die intrathorakale Druckerhöhung könnte der Fremdkörper aus den oberen Luftwegen entfernt werden.

Management der Atemwegsverlegung: Heimlich-Handgriff (links),

Abdominelle Kompression (rechts)



Alternativ ist beim Patienten in Rückenlage eine abdominelle Kompression im epigastrischen Winkel möglich. Dabei kniet der Helfer über dem Patienten, wie in der obenstehenden Abbildung dargestellt wird. Auch hier sollte ein zweiter Helfer den Mund-Rachenraum inspizieren.

Der Notarzt kann bei Erfolglosigkeit dieser Maßnahmen die Intubation (s.u.) und als ultima ratio ein Verschieben des Bolus in den rechten Hauptbronchus versuchen, um nach Zurückziehen des Tubus wenigstens die linke Lunge beatmen zu können (sehr risikobehaftete Maßnahme). 90% aller Fremdkörperaspirationen treten bei Kindern auf. Bei Kleinkindern darf der Heimlich-Handgriff aufgrund der erhöhten Traumatisierungsgefahr nicht angewendet werden.

1.2 Beatmung

1.2.1 Mund-zu-Mund/Nase-Beatmung

Ziel der Beatmung ist die optimale Oxygenierung des Notfallpatienten. Die Beatmungshübe sollten 700–800 ml bei Mund-zu-Nase/Mund-Beatmung und 400–600 ml bei Masken-Beutel-Be-

atmung betragen. Da diese Volumina natürlich im Notfall nicht zu messen sind, sollte auf ausreichende Thoraxexkursionen bei der Beatmung geachtet werden.

Die Beatmung erfolgt vorzugsweise mit dem Beatmungsbeutel über die Maske. Sind keine Hilfsmittel zur Beatmung vorhanden, muß diese sofort als Mund-zu-Nase- bzw. Mund-zu-Mund-Beatmung begonnen werden. Aufgrund der Abdichtung und der hygienischeren Beatmungsmöglichkeit (Eigenschutz) ist in der Regel die Mund-zu-Nase-Technik zu favorisieren.

Mund-zu-Nase-Beatmung



Tips und Tricks

- Mund weit öffnen und wie eine Maske rund um die Nase aufsetzen.
- Mit dem Daumen die Unterlippe des Patienten gegen die Oberlippe pressen — verschließt sicherer als der Daumen auf dem Lippenspalt und gibt dem Mund des Beatmenden mehr Platz.
- Vor dem Beatmen tief Luft holen, dann entspannt den eigenen Lungeninhalt in den Patienten „einhauchen“.
- Sanft, ohne zu hohen Druck (d.h. über mind. 2 Sekunden) beatmen sowie den Kopf richtig überstrecken, damit der Beatmungsdruck niedrig bleibt und eine Magenüberblähung vermieden wird.
- Beim Einatmen soll der Helfer seinen Oberkörper vom Kopf des Patienten wegheben, dabei weiter die Atembewegungen beobachten ⇨ Einatmung von „unverbrauchter“ Luft.

Typische Fehler	<i>Fehler</i>	<i>Wirkung</i>
	Mund umschließt Nase des Patienten zu eng	die Atemwege werden verengt, ggf. verlegt
	Der Mund des Patienten wird nicht dicht verschlossen	Luft entweicht
	Der Beatmende preßt verkrampt die Luft aus seinen Lungen	niedriges Beatmungsvolumen
	Der Kopf des Patienten wird nicht richtig überstreckt	es kommt zur Magenüberblähung
	Der Helfer atmet direkt über dem Kopf des Patienten ein	Einatmung von/Beatmung mit sauerstoffärmerer Luft (umstritten)

1.2.2 Masken-Beutel-Beatmung

Mit dem Inhalt des Beutels (zwischen 1,3l und 1,7l) sollten beim Patienten Atemhubvolumina von 0,4–0,6l erreicht werden. Um dem Patienten eine möglichst hohe Sauerstoffkonzentration in der Einatemluft zukommen zu lassen, sollte nach Möglichkeit immer ein Sauerstoffanschluß in Verbindung mit einem Reservoirbeutel oder einem Demand-Ventil mitverwendet werden.

<i>Beatmungstechnik</i>	<i>inspiratorische O₂-Konzentration</i>
Mund-Nase-Beatmung (Ausatemluft)	17 %
Spontan- und Masken-Beutel-Beatmung (Raumluft)	21 %
Masken-Beutel-Beatmung mit 10 l/min Sauerstoffanschluß	bis 40%
Masken-Beutel-Beatmung unter Verwendung eines Reservoirbeutels, 10 – 15 l/min O ₂	bis ca. 95%
Masken-Beutel-Beatmung mit Demand-Ventil	100 %

Merke	Im Notfall, insbesondere beim beatmeten Patienten, gibt es keine Kontraindikationen für hochdosierten Sauerstoff.
--------------	---

Die korrekte Anwendung des C-Griffes gewährleistet bei richtiger

Maskenwahl eine ausreichende Dichtigkeit für die Beatmung. Daumen und Zeigefinger bilden dabei ein C über dem Gesicht des Patienten, die restlichen Finger überstrecken den Kopf und erleichtern so die Beatmung.

Generell ist bei der Beatmung darauf zu achten, daß der Atemstoß nicht zu heftig sondern langsam und sanft (mind. 2 Sekunden) abgegeben wird, da es sonst zu Druckspitzen in den oberen Atemwegen kommt, die zur Öffnung des Ösophagus (Verschlußdruck ca. 15 cm H₂O beim komatösen Patienten) und damit zur Überblähung des Magens führen können. Die Atemfrequenz sollte ca. 12-15 Hübe pro Minute betragen. Gefürchtete Komplikation bei der Beatmung ist die Aspiration. Saurer Magensaft gelangt dabei durch Erbrechen in den Ösophagus und Pharynx und weiter in die Trachea und in die Lunge. Dies führt zur ersten Schädigung des Lungengewebes und zur Aspirationspneumonie, die sich zum ARDS (Adult Respiratory Distress Syndrome) entwickeln kann. Lange Intensivstationsaufenthalte können daraus resultieren, im schlimmsten Fall endet das ARDS tödlich. Daher sollte auf die unterschiedliche Verwendung der Tidalvolumina und der Inspirationszeiten in Abhängigkeit von den inspiratorischen O₂-Konzentration für die Maskenbeatmung geachtet werden.

FiO ₂ < 0,4	Tidalvolumen (Klasse IIa)	700 - 1.000 ml (10 ml/kg KG)	Inspirationszeit 2 Sekunden
FiO ₂ ≥ 0,4	Tidalvolumen (Klasse IIb)	400 - 600 ml (6 - 7 ml/kg KG)	Inspirationszeit 1-2 Sekunden



Maskenbeatmung:
Beachte C-Griff zur Fixierung
der Maske

Des weiteren sollte - sofern eine ausreichende Zahl von Helfern

zur Verfügung steht - während der Maskenbeatmung ein Cricoid-Druck (Sellick-Manöver) durchgeführt werden, um eine Überblähung des Magens zu verhindern. Dies beugt einer Regurgitation und Aspiration vor. Kriterium für ein ausreichendes

Typische Fehler bei der Maskenbeatmung	<i>Fehler</i>	<i>Wirkung</i>
	Maske wird nicht von der Nase her aufgesetzt, C-Griff wird nicht korrekt angewandt	undichter Sitz der Maske, Leckage
	Beutel wird zu schnell ausgedrückt: Anwendung hohen Beatmungsdruckspitzen, nicht ausreichende Überstreckung des Kopfes	Gefahr der Magenüberblähung
	zu ruckartiges Überstrecken des Kopfes, Anheben der HWS durch die Hand	Gefahr der HWS-Schädigung

Tidalvolumen ist das sichtbare Heben des Brustkorbs mit jeder Ventilation. Eine langsame Insufflationsgeschwindigkeit mit möglichst geringen Tidalvolumina sind die wichtigsten Manöver zur Verhinderung einer versehentlichen Magenüberblähung, Regurgitation und Aspiration. Das häufigste Problem bei der Maskenbeatmung stellt die Leckage zwischen Maske und Patient dar, die bisweilen durch eine zu schnelle und heftige Luftinsufflation zu beantworten versucht wird. Hier wird nun als Hilfstechnik empfohlen - ebenfalls unter Einbeziehung weiterer Helfer - einen sog. doppelten C-Griff anzuwenden. Kann keine Ventilation erzielt werden, steht zum einen die Leckage und zum anderen die Atemwegsverlegung im Raum. In dieser Situation stellt nach unserer Auffassung folgendes Stufenschema eine zielorientierte Vorgehensweise dar:

- Neupositionierung der Maske (häufigstes Problem)
- Neupositionierung des Kopfes (Überstreckung korrigieren, nicht bei V.a. HWS-Trauma)
- Einlage eines Guedel-Tubus
- Laryngoskopie (erneute Kontrolle der Atemwege, zum Ausschluß einer Atemwegsverlegung)
- doppelter C-Griff (zusätzlicher Helfer erforderlich)
- Intubation und Alternativtechniken (z. B. Ösophagusobturators, Larynxmaske etc.)

1.2.3 Beatmung des intubierten Patienten

Ist ein Patient intubiert, die korrekte Lage des Endotrachealtubus verifiziert und dieser geblockt sowie fixiert, kann die Beatmung über den Tubus erfolgen (vgl. 1.3 Endotracheale Intubation auf Seite 10). Nach Blocken des endotrachealen Cuffs besteht nun keine Aspirationsgefahr mehr, die Atemwege sind gesichert, es kann im Bedarfsfall über den Tubus abgesaugt werden.

Grundsätzlich kann nun ein Beatmungsbeutel mit Sauerstoffanschluss und Reservoir angeschlossen und der Patient manuell beatmet werden. Die manuelle Beatmung bietet den Vorteil, daß der Durchführende eine direkte Kontrolle der Beatmungssituation hat.

Eine potentielle Diskonnektion an Tubus oder Beutel wird durch sofortigen Druckverlust bemerkt, ein Ansteigen des Atemwegswiderstandes und des Beatmungsdruckes durch allmählichen oder rapiden Druckanstieg verdeutlicht (z.B. Spannungspneumothorax; vgl. 1.4 Thoraxdrainage auf Seite 19). Darüber hinaus werden ggf. eigene Atembemühungen des Patienten erkannt, dieser kann dann bei Bedarf manuell assistiert beatmet werden, statt eine kontrollierte Beatmung zu erzwingen.

Allerdings ist es in der Notfallsituation oft nicht möglich, einen Helfer oder gar den Notarzt mit der Beutel-Beatmung fest zu binden. Deshalb wird in diesen Fällen ein Beatmungsgerät an den Tubus angeschlossen, der Patient kontrolliert maschinell beatmet. In der Notfallmedizin werden zumeist volumenkontrollierte Beatmungsgeräte verwendet, d.h. das Atemminutenvolumen des Patienten wird durch Vorgabe der Atemhubvolumina oder des Atemzeitvolumens und der Beatmungsfrequenz definiert. Der Beatmungsdruck sollte dabei durch Einstellen enger Alarmgrenzen überwacht werden, um bei genannten Komplikationen das Ansteigen und Abfallen des Beatmungsdruckes sofort zu bemerken. Als Ausgangswert wird meist ein AMV (Atemminutenvolumen) von 0,1 l/kgKG gewählt, d.h. bei einem 70kg Patienten wären das 7,0l (z.B. Tidalvolumen von 700ml x Atemfrequenz von 10/min). Neuere Beatmungsgeräte ermöglichen darüberhinaus das Variieren des Inspirations-/Expirationsverhältnisses (I:E üblicherweise 1:2) und das Einstellen eines positiven endexpiratorischen Beatmungsdruckes (PEEP).

1.3 Endotracheale Intubation

1.3.1 Allgemeines

Die endotracheale Intubation dient der bestmöglichen Sicherung der Atemwege.

Sie bietet folgende Vorteile:

- einziger sicherer Aspirationschutz,
- erleichterte Ventilation und Oxygenierung,
- Applikationsweg für Notfallmedikamente,
- Möglichkeit der endotrachealen und endobronchialen Absaugung,
- die Herzdruckmassage muß für die Beatmung nicht mehr unterbrochen werden und ist daher effektiver.

Nur die endotracheale Intubation bietet sicheren Aspirationschutz. Guedel- und Wendeltubus dienen der erleichterten Masken-Beatmung und dem Freihalten der Atemwege, können aber eine Aspiration des bewußtlosen Patienten nicht verhindern.

Die Larynxmaske ist ein vor allem in der Anästhesie zunehmend häufiger eingesetztes Instrument, das durch einen aufblasbaren Randwall den Larynx abdichtet und so eine gute Ventilation des Patienten ermöglicht. Da aber auch sie keinen sicheren Aspirationschutz bietet, stellt sie keine Alternative zur Intubation des nicht nüchternen Notfallpatienten dar. Weitere Hilfsmittel zur Beatmung wie z.B. Combitube[®] oder Oesophagusobturatoren konnten sich nicht flächendeckend durchsetzen.

1.3.2 Indikation

Die Indikationen zur Intubation ergeben sich aus den Vorteilen:

Eine frühzeitige Intubation ist neben der CPR bei einer Vielzahl weiterer notfallmedizinischer Krankheitsbilder indiziert. So profitieren z. B. der bewußtseinsgetrübte Patient mit Schädel-Hirn-Trauma ($GCS \leq 9$) und der Patient mit anaphylaktischer Reaktion und drohendem Anschwellen der Atemwege von dieser frühen Atemwegssicherung. Ggf. ist dazu eine Narkoseeinleitung nötig.

Aufgrund der genannten Vorteile sollte die Intubation im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation möglichst früh durchgeführt, beim Patienten mit Kammerflimmern jedoch zugunsten von bis zu drei Defibrillationen in Folge zurückgestellt werden. Die Dauer der einzelnen Intubationsversuche sollte 30 Sekunden nicht überschreiten, da hierzu die Basismaßnahmen unterbro-

chen werden müssen. Vor einem erneuten Intubationsversuch ist die CPR adäquat fortzuführen.

Tip

Der Intubateur hält die Luft an, während er intubiert. Gelingt diese nicht bis zum Luftholen, ist vor einem erneuten Versuch die Masken-Beutel-Beatmung des Patienten nötig.

Merke

Der Patient stirbt an der Hypoxie und nicht daran, daß er nicht intubiert werden kann !!!

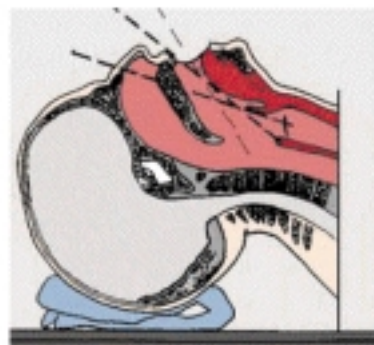
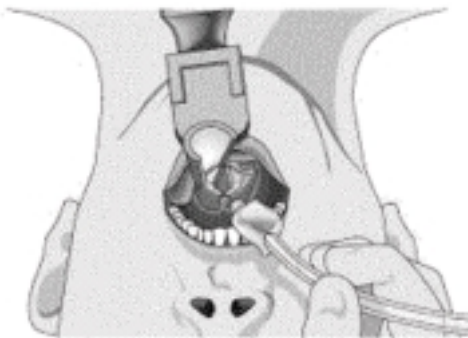
1.3.3 Vorbereitung

Für die Intubation müssen vorbereitet werden:

- Laryngoskop mit Spatel (auf Funktion überprüfen)
- Endotrachealtubus (Frauen 7–7,5 mm ID, Männer 7,5–8 mm ID). Überprüfen des Cuffs auf Dichtigkeit
- Mandrin
- 10ml Spritze zum Blocken des Cuffs
- einsatzbereite Absaugung mit Absaugkatheter (manuell oder elektrisch betrieben)
- Stethoskop zur Lagekontrolle
- Beatmungsbeutel mit Sauerstoffanschluß und Sauerstoffreservoir
- Material zum Fixieren (Mullbinde bzw. Pflaster)
- Mundkeil oder Guedeltubus
- Magill-Zange

1.3.4 Technik

Nach Überprüfen des Materials auf Funktionsfähigkeit wird der Kopf des Patienten richtig positioniert. Dazu kann man ein flaches Kissen oder ähnliches unter den Kopf legen und bringt diesen in die sog. Schnüffel-Stellung.



Schnüffel Stellung (links)

Einstellung des Laryngoskops (rechts)

Der Mund wird mit dem Daumen und dem Zeigefinger der rechten Hand geöffnet. Der Spatel wird mit der linken Hand an der

rechten Mundseite eingeführt, die Zunge nach links verdrängt und unter Sicht bis an die Zungenbasis vorgeschoben. Hierbei ist darauf zu achten, daß Lippe, Zunge und Zähne nicht verletzt werden. Der Spatel wird am Zungengrund in die Vallecula eingeführt (Vallecula=Raum zwischen Zungengrund und pharyngealer Epiglottis).

Durch leichten Zug in Längsrichtung des Laryngoskopgriffes, keinesfalls durch Hebeln an den Schneidezähnen, stellt sich die Epiglottis dar, die durch weiteren Zug in die gleiche Richtung nach oben loziert wird. Hierbei kommen hinter der Epiglottis die Stimmbänder zur Darstellung.

Zug in Längsrichtung des Laryngoskopgriffes



Es kann eventuell hilfreich sein, wenn durch einen weiteren Helfer mittels Sellick-Handgriff der Ringknorpel mit zwei nebeneinandergelegten Fingern nach dorsal gedrückt wird. Dies dient einerseits als Aspirationsschutz (der Oesophagus wird verschlossen), andererseits kann u. U. die Stimmbandebene besser eingestellt werden. Der Tubus kann jetzt mit der rechten Hand unter Sicht in die Stimmritze eingebracht werden. Der Cuff sollte gerade in der Stimmritze verschwinden. Bei Frauen wird der Tubus i.d.R. ca.21 cm, bei Männern ca.23 cm ab Zahnreihe eingeführt (Markierung am Tubus).

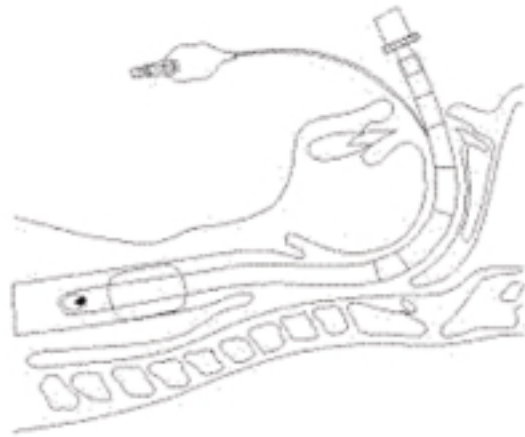
Sellick-Handgriff



Der Cuff wird jetzt mit ca. 10 ml Luft geblockt. Bis zur endgültigen Fixierung des Tubus muß dieser festgehalten werden. Der Beatmungsbeutel wird auf den Adapter aufgesetzt, zur Kontrolle der korrekten Tubuslage wird nun vom Intubateur zuerst über dem Epigastrium, anschließend über beiden Lungen mit dem Stethoskop auskultiert. Hierbei ist über dem Epigastrium insbesondere

auf grobblasige Geräusche, über beiden Lungen auf gleichseitige Ventilation zu achten. Bei erfolgloser Intubation muß der Tubus entfernt und ggf. nach ausreichender Zwischenbeatmung ein erneuter Intubationsversuch unternommen werden. Der Tubus wird baldmöglichst mittels einer Mullbinde bzw. Pflaster fixiert.

Die Intubation darf aufgrund der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit und den fatalen Folgen einer unbemerkten Fehlintubation nur von Geübten durchgeführt werden.



Korrekte Tubuslage

1.3.5 Komplikationen

Die häufigsten Komplikationen der Intubation:

- unerkannte Fehllage des Tubus im Oesophagus
- unbemerkte einseitige Intubation (in der Regel des rechten Hauptbronchus) durch zu tiefes Verschieben des Tubus
- Verletzungen der Schneidezähne und der Lippe durch Hebeln
- Verletzungen der Stellknorpel und der Stimmbänder durch gewaltsames Verschieben des Tubus oder beim blinden Einführen des Laryngoskops

Beherrschung von Komplikationen. Nach Literaturangaben treten in 10 – 30% der präklinischen Intubation Komplikationen verschiedener Schweregrade auf. Um Schäden am Patienten zu vermeiden, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- ausreichende Hyperventilation bzw. CPR vor jedem Intubationsversuch, Intubationsversuche nach max. 30 Sekunden abbrechen und erst nach Zwischenbeatmung/ 10 Zyklen CPR einen erneuten Versuch unternehmen
- Das Einführen des Laryngoskops darf nur unter Sicht erfolgen!
- Einführen des Tubus zwischen den Stimmbändern nur unter Sicht!

- Direkt nach erfolgter Intubation und Blocken des Cuffs muß zunächst über dem Epigastrium, dann vergleichend an den seitlichen Thoraxwänden das Atemgeräusch überprüft werden!
- Die Anwendung des Sellick-Manövers kann bereits während der Maskenbeatmung das Risiko der Magenüberblähung und somit der Aspiration/Regurgitation verringern.
- Beim Intubieren darf nicht an den Zähnen gehebelt werden, es ist darauf zu achten, daß die Lippen nicht zwischen Zähnen und Spatel eingeklemmt werden.
- Der Tubus wird bis zur endgültigen Fixierung mit der Hand festgehalten, um ein Verrutschen des Tubus zu verhindern. Nach Fixierung und nach allen Manipulationen am Patienten (vor allem Umlagern) muß erneut die korrekte Tubuslage geprüft werden!
- Intubation nur durch ausgebildete und geübte Anwender.

Ist der Patient intubiert, so kann im Falle einer Reanimation die Herzdruckmassage ohne Beatmungspause durchgeführt werden. Es darf unabhängig voneinander beatmet und die Herzdruckmassage durchgeführt werden. Die vorher maximale Aspirationsgefahr durch gleichzeitige Beatmung und Thoraxkompression ist nach korrekter Intubation nicht mehr gegeben.

1.3.6 Verifizierung der richtigen Lage des Endotrachealtubus

Zur Überprüfung der sicheren endotrachealen Lage des Tubus nach Intubation stehen bislang weitgehend nur klinische Zeichen zur Verfügung. Als sicherster Beweis gilt das Einführen des Endotrachealtubus zwischen die Stimmbänder unter Sicht. Die Auskultation der Atemgeräusche über beiden Thoraxseiten soll darüberhinaus die richtige Lage verifizieren. Als weitere wenn auch unsichere Zeichen der richtigen Tubuslage gelten das Beobachten der Thoraxexkursion sowie das Beschlagen der Tubusinnenseite. Unter den häufig schwierigen präklinischen Bedingungen können diese Zeichen mitunter sehr unzuverlässig sein. Straßenlärm, schlechte Licht- und Sichtverhältnisse, anatomische Hindernisse durch Frakturen im Kopfbereich oder die mechanische Immobilisation der HWS erschweren zusätzlich die sichere Aussage über die Tubuslage. Daher ist es nicht verwunderlich, daß die Anzahl präklinisch durchgeführter ösophagealer Fehlintubationen de facto wohl erheblich größer ist als im Allgemeinen dokumentiert.

Für die Verifizierung der Tubuslage sind auch Ösophaguslagedektoren empfohlen. Mit dieser Technik ist es möglich, anhand eines Vakuums, das im Detektorsystem hergestellt wird, die Lage des Tubus zu verifizieren. Dieses Verfahren wird derzeit noch optimiert.

Stellenwert der Kapnometrie im präklinischen Monitoring. Die end-expiratorisch durchgeführte Kohlendioxid-Messung (Kapnometrie) liefert ein schnelles und zuverlässiges Monitoring der sicheren Tubuslage (Klasse IIa bei perfundierenden Rhythmen und Klasse II b bei Herzstillstand). Die Anwesenheit von CO₂ in der Ausatemluft über mehrere Beatmungshübe schließt eine ösophageale Tubuslage aus. Bei stark CO₂-gefülltem Magen (z.B. nach Konsum kohlenensäurehaltiger Getränke) ist zwar eine kurzzeitige CO₂-Abgabe auch bei ösophagealer Tubuslage denkbar ("Cola-Komplikation"), diese geringen CO₂-Werte sind aber spätestens nach mehreren Beatmungen nicht mehr messbar.

Vom ANR wird zur Zeit in einer Multicenterstudie der Einsatz der Kapnometrie bei verschiedensten notfallmedizinischen Krankheitsbildern großflächig getestet. Erste Ergebnisse bestätigen den hohen Stellenwert dieses zusätzlichen Monitoringverfahrens.

Die Kapnometrie wird in der Zukunft wohl flächendeckend in der präklinischen Notfallmedizin zum Einsatz kommen.

Von der Industrie werden dazu verschiedene Gerätetypen als Einmalaufsteckadapter, Taschengeräte (analog dem Sauerstoffsättigungsmessgerät) und Multifunktionsgeräte angeboten.

1.3.7 Intubation unter HWS-Immobilisation

Beim Verdacht auf eine HWS-Verletzung muß umgehend die schonende Immobilisation der Halswirbelsäule zur Vermeidung von Rückenmarksläsionen mit u.U. bleibender Querschnittssymptomatik erfolgen. Viele dieser Patienten sollen darüberhinaus intubiert werden, falls z.B. ein schweres Schädel-Hirn-Trauma vorliegt, Aspirationsgefahr droht und die Atemwege gesichert werden müssen. Bei bereits angelegter mechanischer HWS-Immobilisation (Stifneck[®]) gestaltet sich eine Intubation aufgrund der (bewußt) fehlenden Reklinationsmöglichkeit des Halses oft als schwierig. Um die Gefährdung der traumatisierten HWS möglichst gering zu halten, sollte die Intubation in diesen Fällen als sogenannte manuelle Inline-Immobilisation erfolgen.

Unter Inline-Immobilisation versteht man die Fixierung der HWS des Verunfallten durch einen zusätzlichen Helfer. Da

Rückenmarksverletzungen bei frakturierter HWS vor allem durch Dreh-, Kipp- und Stauchungsbewegungen hervorgerufen werden, wird bei dieser Technik ein kontinuierlicher Zug der HWS an der vorgenommen. Unter Zug werden mögliche Frakturen (z. B. Densfraktur, Fraktur der Querfortsätze) disloziert, der Kopf kann so vorsichtig leicht nach hinten überstreckt und somit die Intubation erleichtert werden. Die Zugbewegung wird kontinuierlich von den Helfern aufrechterhalten, bis nach Intubation die HWS wieder endgültig mechanisch in der Halskrause fixiert ist.

Intubation unter Stabilisierung
der HWS



1.3.8 Präklinische Narkoseeinleitung und -führung

In speziellen Notfallsituationen ist die präklinische Einleitung einer Narkose notwendig. Als Beispiel ist die endotracheale Intubation beim nicht bewußtlosen Patienten zu nennen. Poly- und Schädel-Hirn-Traumen, großflächige Verbrennungen, Inhalationstraumen und drohendes Zuschwellen der Atemwege bei anaphylaktischer Reaktion stellen Indikationen für die frühzeitige Intubation des (noch) nicht bewußtlosen Patienten dar. Auch der nicht zu durchbrechende Status epilepticus und asthmaticus machen eine präklinische Narkoseeinleitung nicht selten erforderlich.

Zur Narkoseeinleitung müssen durch die Gabe verschiedener Medikamente die Schlafinduktion (Sedierung bzw. Hypnose), die Schmerzausschaltung (Analgesie) und ggf. die Entspannung der Muskulatur (Muskelrelaxation) gewährleistet werden. Man spricht bei individuell abgestimmter Verwendung verschiedener Substanzgruppen von balanzierter Anästhesie.

Zunächst wird die Analgesie des Patienten angestrebt. Durch die Gabe stark wirksamer Analgetika werden sowohl verletzungs-

oder erkrankungsbedingte Schmerzen gemindert als auch durch deren hypnotische Potenz präanarkotische Sedierung und Angstminderung (Anxiolyse) herbeigeführt. In erster Linie kommen hier Opiate zur Anwendung. Während das Morphin seinen Stellenwert in der Therapie des akuten Herzinfarktes behauptet, kommen zur Narkoseeinleitung eher Derivatwirkstoffe wie Fentanyl (ca. 0,1–0,3 mg i.v.) oder Alfentanil (ca. 1–3 mg i.v.) zur Anwendung. Die blutdrucksenkenden und atemdepressiven Wirkungen der Opiate sind individuell sehr unterschiedlich, deshalb muß der Anwender auf Blutdruckabfall und Atemstillstand vorbereitet sein (ggf. Katecholamin- bzw. Volumentherapie sowie assistierte Beatmung).

Das Nicht-Opiat Ketamin ist ebenfalls zur präklinischen Analgesie und Narkoseeinleitung sehr gut geeignet, aufgrund seiner halluzinatorischen Potenz sollte es jedoch nur in Kombination mit einem Benzodiazepin (z. B. Midazolam ca. 5 mg) verabreicht werden. Gerade beim eingeklemmten Patienten, dessen Rettung länger dauert, ist es ein hochwirksames Analgetikum (0,25–0,5 mg/kg KG), das den Stress des Patienten deutlich mindert.

Zur Schlafinduktion stehen verschiedene Medikamente zur Verfügung. Aufgrund seiner im Vergleich zu anderen Narkotika relativ geringen blutdrucksenkenden Wirkung wird das Etomidat (ca. 0,2–0,3 mg/kg KG nach Wirkung) von vielen Notärzten bevorzugt. In der Regel besser hypnotisch wirksam dafür aber deutlich stärker blutdrucksenkend, sind Barbiturate. Hier kommt v.a. das Thiopental (ca. 3–5 mg/kg KG) zur Anwendung. Barbiturate und Benzodiazepine eignen sich außerdem zur Durchbrechung eines Status epilepticus.

Ketamin kommt in entsprechend höherer Dosierung (0,5–2 mg/kg KG) zur Narkoseeinleitung zur Anwendung. Da neben der systemischen Blutdrucksteigerung auch der intracerebrale Druck gesteigert wird, ist es beim Mono-Schädel-Hirn-Trauma nur in Ausnahmefällen zu verwenden. Aufgrund seiner bronchodilatatorischen Wirkung wird es aber gerne beim Status asthmaticus als Einleitungsmedikament verwendet. Zu beachten ist, daß es seit einiger Zeit ein neu entwickeltes Ketamin (Ketanest[®]) gibt, das neben geringerer halluzinogener Wirkung doppelte analgetische und narkotische Wirkpotenz aufweist und somit nur in halber Dosierung verwendet werden sollte.

Zur klinischen Narkoseeinleitung wird meist eine Muskelrelaxation vor der Intubation mit nicht depolarisierenden Muskelre-

laxantien durchgeführt (z. B. Atracurium, Vecuronium etc.), um optimale Intubationsverhältnisse zur atraumatischen Intubation zu schaffen. Aufgrund der langen Wirkdauer wird im präklinischen Bereich auf deren Gabe meist verzichtet, da bei Nicht-Intubierbarkeit und evtl. Beatmungsproblemen v.a. beim nicht nüchternen und somit extrem aspirationsgefährdeten Notfallpatienten die Muskelrelaxation u.U. iatrogen erzeugte Ventilationsprobleme zur Folge haben kann. Allenfalls kurz wirksames Succinylcholin (depolarisierendes Muskelrelaxans) kommt vereinzelt zur Anwendung, zumeist wird aber ganz auf die Relaxation verzichtet.

Ist der Patient in Narkose, muß nach Intubation und Beatmung die Narkose aufrechterhalten werden. Ein Erwachen des Patienten und die damit verbundenen Stresszustände, Beatmungsprobleme etc. sollten auf jeden Fall vermieden werden. Repetitionsdosen der Analgetika (Fentanyl, Ketamin) und der Narkotika (meist kurz- bis mittellang-wirksame Benzodiazepine, z.B. Midazolam, Diazepam) erhalten die Narkose aufrecht. Die Vitalparameter (v.a. Blutdruck, Puls und Sauerstoffsättigung) sind dabei engmaschig zu kontrollieren.

Präklinische Narkoseeinleitung, Medikamente

Medikament/ Gruppe	Einleitungs-dosis	Repetitionsdosis
Hypnotika		
Etomidate	0,2–0,3 mg/kg KG	0,1 mg/kg KG
Thiopental	3–5 mg/kg KG	2–3 mg/kg KG
Analgetika		
Ketamin	0,5–2 mg/kg KG	0,5 mg/kg KG
Fentanyl	0,1–0,3 mg	0,1 mg
Morphin	10–15 mg	0,05 mg/kg KG
Sedativa		
Midazolam	0,1–0,2 mg/kg KG	nach Bedarf
Diazepam	0,1–0,2 mg/kg KG	nach Bedarf

1.4 Thoraxdrainage

Das Thoraxtrauma. Bei ca. 10% aller Unfallverletzungen findet eine Traumatisierung des Thorax mit einer Letalität von 5–10% statt. Bei polytraumatisierten Patienten ist sogar in über 50% der Fälle mit einer Verletzung des Thorax zu rechnen. Dabei findet sich bei über 90% der Verunfallten ein geschlossenes Thoraxtrauma, nur 10% der Traumen sind offene Verletzungen. Um so wichtiger erscheint die gründliche Inspektion, Palpation und Auskultation der Thoraxregion, um primär nicht apparente Verletzungen mit schwerwiegenden Konsequenzen frühzeitig erkennen und adäquat therapieren zu können.

Ursache des Thoraxtraumas ist in den meisten Fällen stumpfe Gewalteinwirkung wie das Anpralltrauma an Gurt oder Lenkrad beim Verkehrsunfall, Stürze aus größerer Höhe, Tritte, Schläge vor den Brustkorb etc. Spitze penetrierende Gewalteinwirkungen wie Pfählungsverletzungen, Messerstiche oder Schußverletzungen sind in Deutschland glücklicherweise deutlich seltener als z.B. in vielen Kriegs- oder Krisengebieten.

Beim Thoraxtrauma können, je nach Schweregrad, alle thorakalen Strukturen in Mitleidenschaft gezogen werden: Knöcherner Verlet-

zungen, Verletzungen der Trachea, der Pleura und des Lungenparenchyms, aber auch Herz- und Gefäßverletzungen, Zwerchfell- und Oesophagusrupturen werden beobachtet.

Spannungspneumothorax. Während bei den meisten dieser schweren Verletzungen ein schneller Transport in den Schockraum einer chirurgischen Klinik und die dort frühzeitig durchgeführte radiologische Diagnostik und ggf. Notthorakotomie für die Prognose des Patienten entscheidend sind, muß ein präklinisch beobachteter Spannungspneumothorax sofort am Unfallort therapiert werden.

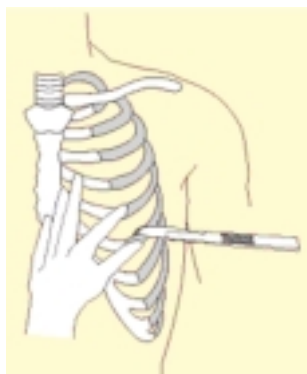
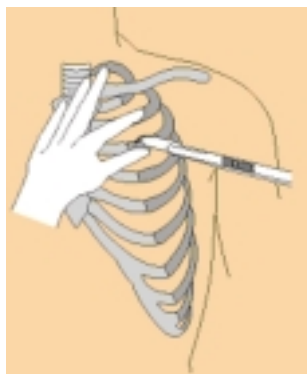
Unter einem Pneumothorax versteht man das Eindringen von Luft in den Pleuraraum mit völligem oder teilweisem Kollaps der betroffenen Lunge. Tritt dies in Form eines Spannungspneumothorax auf, entsteht eine akut lebensbedrohliche Notfallsituation, indem durch einen Ventilmechanismus Luft in den Pleuraraum eindringt, aber nicht wieder hinausgelangt. Folgen sind neben dem Lungenkollaps die Verlagerung des Mediastinums zur gesunden Seite, eine Behinderung des venösen Rückstromes zum Herzen, sowie der Herzauswurfleistung.

Klinische Zeichen zur Diagnostik eines Spannungspneumothorax sind: Einseitig fehlendes Atemgeräusch, Zunahme des Beatmungsdruckes bei bereits intubierten Patienten, instabiler Thorax und Hautknistern bei Hautemphysem sowie ein akuter Abfall der Sauerstoffsättigung bzw. Hypoxie. Die Indikation zur sofortigen Therapie wird durch die akute cardiozirkulatorische Verschlechterung des Patienten bedingt: Einflußstauung mit gestauten Halsvenen, Tachykardie und Hypovolämie.

Die Therapie des Spannungspneumothorax besteht in der sofortigen Entlastung der in den Pleuraraum eingedrungenen Luft (beim Haematothorax des eingedrungenen Blutes) durch Aufheben des Ventilmechanismus. Zu diesem Zweck wird eine Thoraxdrainage an der betroffenen Seite angebracht. Als Zugangsorte dienen der Zugang nach Bülow im 4.–5. Inter-costalraum (ICR) in der mittleren Axillarlinie oder der Zugang nach Monaldi im 2.–3. ICR in der Medioclavicularlinie. Da bei einem Thoraxtrauma mit einer hohen Inzidenz von Hämato-Pneumothoraces gerechnet werden muss, wird im Allgemeinen der Zugang nach Bülow verwendet, da dort das Blut besser drainiert werden kann.

Die Dislokationsgefahr bei Bewegungen der oberen Extremität z.B. Ultraschall in der Klinik scheint beim Monaldi-Zugang geringer zu sein. Die Gefahr von Komplikationen (z.B. Verletzung

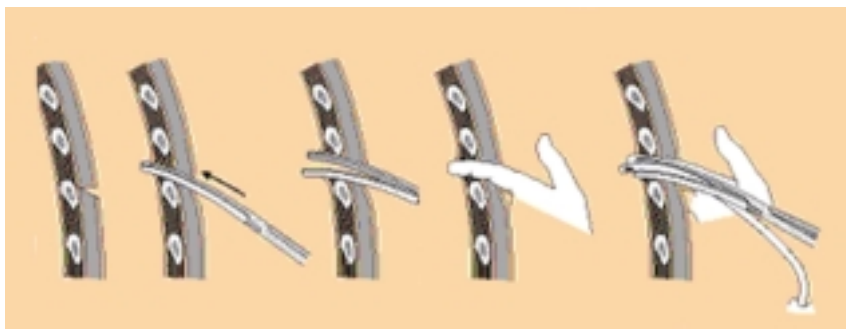
der Arteria mammaria, Abknicken der Thoraxdrainage) ist jedoch beim medioclaviculären Zugang nach Monaldi deutlich höher.



Thoraxdrainage, Incision mit Skalpell. bei Zugang nach Monaldi. (2.–3. ICR, MCL) (links)

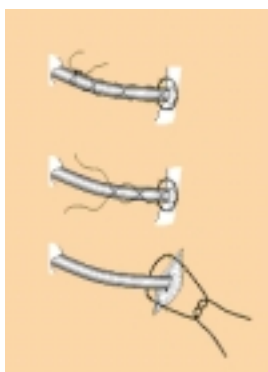
Thoraxdrainage, Incision mit Skalpell bei Zugang nach Bülow. (4.–5. ICR) (rechts)

Vorgehen bei der Thoraxdrainage im Zugang nach Bülow: Nach Hautincision mit dem Skalpell wird stumpf mit einer sterilen Schere oder dem Finger durch die Serratus-anterior-Muskulatur ein Kanal auf die darunterliegende Rippe gebildet.



Thoraxdrainage, stumpfes Präparieren mit Schere oder Finger und Einführen der Drainage.

Am Oberrand der Rippe (am Unterrand laufen die Gefäße) wird anschließend der 4. ICR getastet und die Pleura parietalis stumpf senkrecht perforiert. Abschließend erfolgt die Anlage der Thoraxdrainage bis zur 1. Markierung am Drainageschlauch und die Fixierung durch Annaht.



Thoraxdrainage, Annaht (links)

Thoraxdrainage, weitere Versorgung (rechts)

Eine iatrogene Verletzung großer Gefäße oder abdomineller Organe mit Blutungsfolge (rechts der Leber, links der Milz) ist beim stumpfen Vorgehen mit Finger oder Schere bei korrekt gewähltem Bülow-Zugang unwahrscheinlich. Darüber hinaus kann die Beschaffenheit des Lungengewebes durch Austastung des Pleuras-

pales beurteilt werden, eine Punktion mit dem mitgelieferten Drainagentrokar sollte unterbleiben.

Ist die sofortige Anlage einer Thoraxdrainage aufgrund der Notfallsituation nicht möglich (z.B. eingeschränkter Zugang zu eingeklemmten Patienten) muß im Falle eines Spannungspneumothorax die sofortige Entlastung der betroffenen Pleuraseite durch Punktion mit einer großen Venenverweilkanüle angestrebt werden, um die drohende Mediastinalverschiebung zu verhindern.

1.5 Intravenöse Zugangswege

Die Schaffung eines intravenösen Zugangs ist die am häufigsten angewandte invasive Technik in der präklinischen Notfallversorgung. Der intravenöse Zugang ermöglicht zum einen eine Volumentherapie mit Infusionslösungen, und zum anderen ist er Standardzugang für die Applikation von Notfallmedikamenten. In aller Regel werden ein oder mehrere periphervenöse Zugänge mit Venenverweilkanülen etabliert. Dieses Standardverfahren wird im Folgenden detaillierter dargestellt.

Nur selten gelingt die Punktion einer peripheren Vene nicht, so daß auf Alternativtechniken zurückgegriffen werden muß. Diese sind im Einzelnen:

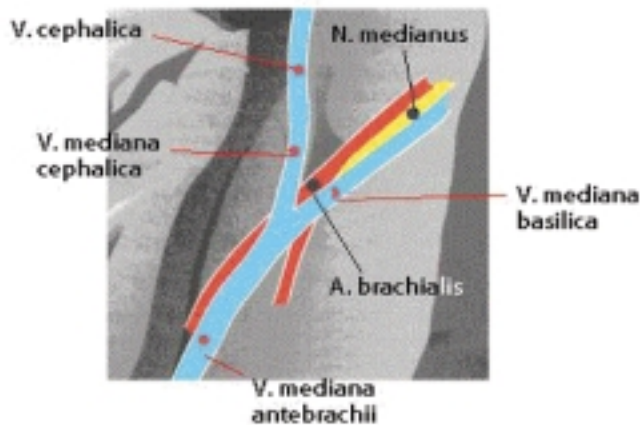
- der zentralvenöse Zugang
- der intraossäre Zugang bei Kindern
- die endobronchiale Medikamentenapplikation

Insbesondere der Endotrachealtubus als Zugangsweg für Medikamente während der Reanimation stellt in der Initialphase eine echte Alternative zum periphervenösen Zugang dar. Alle anderen Verfahren kommen unter präklinischen Notfallbedingungen nur in Ausnahmesituationen zur Anwendung, weshalb diese im Folgenden auch nur kurz vorgestellt werden.

1.5.1 Periphervenöse Zugänge

Anatomie: Die Venen in der Ellenbeuge und am Unterarm. Für die Venenpunktion oder die Anlage einer Venenverweilkanüle (i.v.-Zugang) bevorzugen wir die drei Venenstämme der V. cephalica, V. mediana cubiti und der V. basilica sowie ihre Verbindungsäste. Die V. basilica zieht auf der ulnaren Seite nach proximal, die V. cephalica auf der radialen Seite. Zwischen beiden liegt, oft über mehrere Teilungsäste miteinander verbunden, die V. mediana antebrachii.

Sollte es unvermeidbar sein, diese Venenstämme über dem Ellenbogengelenk in der Kubitalregion zu punktieren, so muß man sich auf die radialeitig gelegenen Venenstämme (V. cephalica und V. cephalica mediana) beschränken. Wegen der möglicherweise in dieser Region verlaufenden Nervenstrukturen und den Verästelungen der A. brachialis sollte, wenn möglich, auf Punktionen der Ellenbeugenvenen verzichtet oder allenfalls nur Blut für Laborzwecke abgenommen werden. Der Gefäßverlauf in dieser Region ist inkonstant.



Gefäßtopographie
in der Ellenbeuge

Am Unterarm können alle oberflächlichen Venen relativ gefahrlos punktiert werden. Die Haut ist in diesem Areal ziemlich dünn; die Venen sind gut sichtbar oder einfach zu palpieren. Hier findet man die drei oben beschriebenen, oberflächlich liegenden Venenstämme, die zumeist, vom Dorsum der Hand aus kommend, über den ulnaren und radialen Rand der oberflächlichen Unterarmmuskulatur zur Ellenbeuge ziehen. Diese Stämme eignen sich vorzüglich für die sichere periphere Venenpunktion. In dieser Region ziehen die Arterien und größeren nervalen Strukturen, umschlossen von Muskelpartien, in tieferliegenden Schichten und sind nicht durch Fehlpunktion gefährdet. Idealerweise wählt man für die Punktion einen Y-förmigen Zusammenfluß zweier Venen, da sich diese Stellen durch eine innigere Verankerung im Unterhautgewebe auszeichnen.

Die Venen am Handrücken. Die Punktion der Handrückenvenen hat bei älteren Personen den Nachteil, daß die Haut dünn und gleichzeitig relativ derb ist. Wegen der intakten sensiblen Versorgung können Punktion und Injektion sehr schmerzhaft sein. Wenn bei jüngeren Patienten das Subkutangewebe schwach ausgeprägt ist oder eine Abgrenzung nicht zuverlässig durchführbar ist, sollte bei den Handrückenvenen die direkte Punktionsmethode vorgezogen werden.

Die Vena jugularis externa. Die äußere Jugularvene zeichnet sich etwas kaudal des Ohres und des Kieferwinkels ab. Zumeist zieht sie in einem schrägen, relativ geraden Verlauf in die Fossa supraclavicularis major abwärts und mündet entweder in den Angulus venosus, in die V. subclavia oder in seltenen Fällen auch in die V. jugularis interna. Die V. jugularis externa zeichnet sich durch ihre gut sichtbare und palpable oberflächliche Lage aus.

Um diese Vene zu identifizieren und zu punktieren, sollte man den Patienten (insbesondere Kinder!) in einer leichten Trendelenburg-Position (ca. 30 Grad Kopftieflage) so lagern, daß der Kopf vom Punktionsort abgewandt ist. Ein leichtes Valsalva-Manöver, Luftanhalten und Pressen oder vorsichtige digitale Kompression supraclavikulär tragen dazu bei, daß sich die Vene besser füllt. Die korrekte Punktionsstelle liegt an der Kreuzungsstelle über dem Kopfwendermuskel, wobei man die Haut kranial der Punktionsstelle leicht mit den Fingern der nicht-dominanten Hand anspannt, um ein Ausweichen des dünnwandigen Gefäßes zu verhindern.

Achtung

Über die Jugularvene kann es nach Punktionen bei Patienten mit niedrigem ZVD oder bei starker Inspiration zur Luftembolie kommen. Um dies zu verhüten, sollte man unbedingt bei Diskonnektionen einen Finger (am besten den Daumen) auf die Konusöffnung und zwei Langfinger auf die im Gefäßlumen befindliche Katheterspitze drücken, um Blutaustritt und Lufteintritt zu verhindern.

Durchführung. Für die periphervenöse Punktion wird bei Venenverweilkathetern eine Teflon-beschichtete Kunststoffverweilkanüle mit Punktionsmandrin verwendet; sie wird in verschiedenen Längen und Lumina angeboten. Daneben benötigt man eine Staubbinde (breitflächig) oder eine Blutdruckmanschette sowie Desinfektionsspray, Tupfer und Fixationspflaster.

Grundsätzlich sollte eine Venenpunktion in oder in der Nähe von Gelenken vermieden werden. Hier ist erfahrungsgemäß die Komplikationsrate vergleichsweise erhöht. Außerdem ist, selbst mit flexiblen Plastikverweilkanülen, die Flußgeschwindigkeit bei gebeugtem Gelenk oft inkonstant. Darüberhinaus wird eine gelenknahe Punktion eher als unangenehm oder behindernd empfunden.

Falls es die örtlichen Verhältnisse erlauben, ist für die Venenverweilkanüle oder peripher-venöse Punktion die nicht-dominante

obere Extremität des Patienten anderen Regionen vorzuziehen.

Nach sorgfältiger Lagerung (Extension und Supination des Unterarmes oder leichte Palmarflexion des Handgelenkes) wird die zu punktierende Vene gestaut. Hier ist darauf zu achten, daß eine breitflächige Staubbinde oder eine Blutdruckmanschette verwandt wird und daß bei angelegter Stauung die peripheren Pulse noch gut palpabel sind.

Nach ordnungsgemäßer zweimaliger Desinfektion (auch des tastenden Fingers des Punkteurs) wählt man die zu punktierende Vene aus. Hier sollte eine möglichst gerade verlaufende Gefäßstrecke ausgesucht werden. Der Gefäßverlauf und die Elastizität der Vene werden mit dem Zeigefinger der nicht-dominanten Hand palpirt. Verhärtete Areale sollte man besser nicht punktieren.

Grundsätzlich gibt es zwei Formen der Venenpunktion:

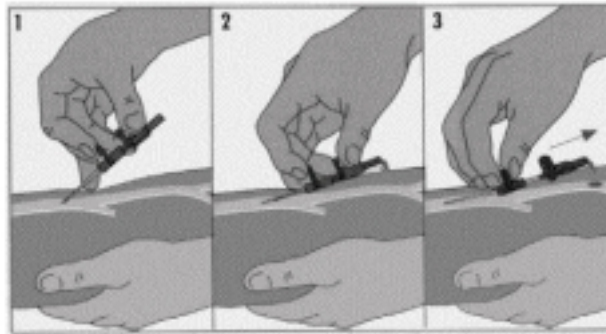
- die direkte und
- die indirekte Punktionsmethode.

Generell läuft der eigentliche Punktionsvorgang an jeder Lokalisation gleich ab. Bei der direkten Venenpunktion sticht man unmittelbar über dem Zielgefäß ein; die Kanüle nimmt den kürzesten Weg zwischen Epidermis und Gefäßlumen. Gerade der unerfahrene Punkteur ist geneigt, „sicherheitshalber“ diesen Weg des Einstiches zu wählen. Die direkte Technik hat aber den Nachteil, daß in der Regel das Gefäß (in einem sehr steilen Punktionswinkel) zwar getroffen, aber dann häufig wegen der senkrechten Stichrichtung durchbohrt wird. Eine paravenöse Injektion oder ein Hämatom ist die Folge. Erschwerend kommt hinzu, daß die Vene sich im Moment der direkten Berührung kontrahieren kann, wobei nicht selten die zur eigentlichen Gefäßpunktion führende Stichrichtung abweicht. Ein weiterer Nachteil der direkten Methode ist der relativ kurze subkutane Gewebstunnel, der so als Keimbarriere an Widerstand einbüßt.

Wir empfehlen aus diesem Grunde die indirekte Punktionsform. Sie erfolgt in zwei Schritten. Initial wird das Punktionsareal durch den gesäuberten nicht-dominanten Zeigefinger und Daumen des Punkteurs leicht gespannt. Etwa 1 bis 2 mm lateral des Gefäßes (oder besser distal einer Y-Konfluenz) wird die Haut in einem Winkel von 30 bis 45 Grad durchstoßen. Anschließend wechselt der Zeigefinger palpierend an das zu punktierende Gefäß und führt den Stich fast Oberflächen-parallel weiter. Die Kanülenspitze wird flach durch das Subkutangewebe vorwärts geschoben und die (ela-

stische) Venenwand des Gefäßes mit einem kleinen Ruck durchstoßen. Das Einfließen von Venenblut in die transparente Blutkammer der Kunststoffverweilkanüle oder in das Spritzenlumen läßt die korrekte Lumenpunktion sofort erkennen.

Punktionstechnik mit der Kunststoffverweilkanüle



Mit der intravasalen Platzierung der Kanülenspitze kann man einerseits nach Öffnen der Stauung das Medikament fraktioniert verabreichen, andererseits zum Zwecke der intravenösen Infusionstherapie die Teflonkanüle ins Lumen bringen. Hierzu werden in einem Schritt die Punktionsnadel mit dem Facettenhohlschliff und die Teflonverweilkanüle in einem gegengleichen und gefäßparallelen Verschiebevorgang im Lumen plaziert. Dieser Schritt muß leichtgängig und ohne besondere Kraft möglich sein. Nach korrekter intravasaler Platzierung gelingen Aspirieren von Venenblut und die leichtflüssige Injektion/Infusion über die Kunststoffkanüle problemlos.

Die Medikamente injiziert man immer ohne größeren Druck und möglichst in mehreren Fraktionen.

Um ein Austreten von Blut oder eine Luftembolie zu vermeiden, empfiehlt es sich, nach Lösen der Stauung, während der Retraktion des Punktionsmandrins der Venenverweilkanüle, durch gleichmäßigen externen Druck der Langfinger auf die im Lumen liegende Kanülenspitze für die Zeit bis zur endgültigen Konnektion mit dem Infusionsschlauch zu okkludieren.

Grundsätzlich trägt jeder Durchführende für die korrekte Punktion und Injektion die Verantwortung. Hat er das Pharmakon nicht selbst in die Spritze aufgezogen, so muß er sich in jedem Fall vor der Injektion versichern, daß sich das richtige Agens im Kolben befindet und dieser luftleer ist.

Da bei Männern die Unterarmvenen gut ausgeprägt und sichtbar sind, gelingt die Venenpunktion hier meist ohne Probleme. Bei feinausgebildeten Unterarmvenen mit viel umgebendem Subkutane fett stellen diese Punktionsareale nicht selten auch für Erfahrene eine schwierige Aufgabe dar. Hilfreich ist, nach Anlage der

Stauung (Radialispuls bleibt erhalten!) den Patienten aufzufordern, durch mehrfaches kraftvolles Öffnen und Schließen der Faust eine bessere Venenfüllung zu erreichen. Geduld, Herabhängenlassen des Armes für ein bis drei Minuten und gelegentlich ein leichtes Klopfen mit der flachen Hand auf den vermuteten Gefäßverlauf helfen oft, die zu punktierende Vene zu identifizieren. Auch die mehrfache Anwendung des Hautdesinfektionssprays bringt bisweilen eine bessere Venenfüllung.

Gerade bei adipösen Patienten sind die Gefäße häufig nicht sichtbar, aber in aller Regel mit dem Zeigefinger gut tastbar.

Venenverweilkanülen unterliegen bisweilen nicht beabsichtigten Zugbelastungen und müssen daher stets gut fixiert sein (spezielle i.v.-Zugangspflaster mit zusätzlicher Schlaufe im zuführenden Infusionssystem). Mit stark haftendem Pflastermaterial kann einer möglichen Dislokation entgegengewirkt werden. Ist eine längerdauernde peripher-venöse Infusionstherapie durchzuführen, so empfiehlt sich eine möglichst distale Punktionsstelle, um im Falle einer Thrombosierung auf eine weiter proximal gelegene und noch durchgängige Vene zurückgreifen zu können.

In der Notfallmedizin hat die Zuverlässigkeit des Venenzuganges höchsten Stellenwert. Wegen dieser Priorität kann es ausnahmsweise nötig sein, über Gelenkbereichen zu punktieren. Dabei sollte eine mögliche Flexion des betroffenen Gelenkes durch eine intermittierende Schienung verhindert werden.

Grundsätzlich werden bei jeder Form von Trauma oder einem begründeten Verdacht darauf zwei großlumige periphere Venenzugänge angestrebt. Bei Polytraumatisierung sollten obligat drei großlumige (graue) Kunststoffverweilkatheter in periphere Venen plaziert werden. Auf diesem Wege (und nur so!) ist eine substantielle und adäquate Substitutionstherapie in der Frühphase möglich.

Für internistische Patienten, insbesondere in Reanimationsphasen, ist die Wahl einer möglichst körperstammnahen Vene anzustreben, da bei distalen Zugängen im Falle einer alterierten Kreislaufsituation die Zirkulation und damit die Pharmakonwirkung instabil werden können. Idealerweise ist der Punktionsort die V. jugularis externa, die nicht selten im internistischen Notfall gestaut ist, was der notfallmäßigen Punktion zugute kommt. Erleichternd wirken unter Umständen zwei bis drei Hübe Nitrospray auf die Punktionsstelle, welche nach transkutaner Resorption ein leichtes Anschwellen der Venen verursachen.

Daß die korrekte und sichere Fixierung eines notfallmedizinisch geschaffenen Venenzuganges vital wichtig ist, muß nicht eigens betont werden. Gerade hier drohen bei Umlagerungs- oder Transportmanövern Gefahren der versehentlichen Dislokation.

Sollte nach Unfällen (z.B. Verbrennung, Verschüttung, Einklemmung) eine Venenpunktion an typischer Stelle nicht möglich sein, ist ausnahmsweise die Punktion einer konstant an der ventralen Seite der Innenknöchel verlaufenden Vene am Fuß (Beginn der V. saphena magna) erlaubt. An dieser Stelle muß aber, früher als anderswo, mit einer Thrombosierung des Gefäßes gerechnet werden.

Durchflußraten bei Venen-Verweilkanülen

Gauge	22 G	20 G	18 G	17 G	16 G	14 G
Farbe	blau	rosa	grün	gelb	grau	braun
Außendurchmesser (mm)	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0
Innendurchmesser (mm)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7
<i>Durchfluß ml/min</i>						
wäßrige Infusion	31	54	80	125	180	270
Blut	18	31	45	76	118	172

Komplikationen: Durchstechen der Vene. Häufigstes Ungeschick ist das Durchstechen des punktierten venösen Gefäßes zumeist infolge falscher Technik. Der Durchstich ist an sich harmlos, sofern man ihn rechtzeitig erkennt und nicht paravenös injiziert. Die gelungene Blutaspiration ist per se noch kein sicherer Beweis für die korrekte intravasale Lage der Kanülenspitze. Entweder kommt es unmittelbar nach der fehlerhaften Punktion zur Ausbildung eines Hämatoms, oder das Setzen eines Injektionsdepots führt zu erheblichen Schmerzen und/oder zu einem paravenösen Infiltrat. Das paravenöse Infiltrat zeigt sich durch bisweilen schmerzhaftes Anschwellen im Bereich der Punktionsstelle an.

Sollte während einer periphervenösen Punktion ein deutlicher Injektionsschmerz auftreten, eine Blutaspiration nicht möglich sein oder ein paravenöses Infiltrat entstehen, so ist die Injektion sofort abubrechen, die Staubinde zu lösen, die Kanüle mit einem Ruck zu extrahieren und die Punktionsstelle bei hochgelagerter

Extremität drei bis fünf Minuten großflächig manuell zu komprimieren.

Kommt es zu einem Bluterguß, welcher, außer bei alterierter Gerinnung, meist harmlos ist, so helfen Alkoholumschläge und handelsübliche Heparinsalben, die Beschwerden zu lindern. Infektionen der Hämatome gelten als sehr selten.

Arterielle Fehlpunktion. Häufigste Lokalisation einer arteriellen Fehlpunktion ist, neben der Leistenbeuge, vor allem die Ellenbeugenregion. Hier wird am ehesten medialseitig statt der Vene die A. brachialis versehentlich angestochen.

Bisweilen wird diese Fehlpunktion trotz vermeintlich richtiger Aspirationsprobe nicht erkannt, und es wird irrtümlich intraarteriell injiziert.

Sofortmaßnahme. Im Zweifelsfall Kanüle vom Spritzenkonus diskonnektieren und beobachten, ob sich pulsierend hellrotes Blut entleert. Hinweisend auf die Fehlpunktion kann auch ein initialer Punktionschmerz sein, der beim Durchtritt durch die Gefäßwand entsteht und manchmal von einem reflektorischen Gefäßspasmus begleitet ist.

Nicht selten verrät sich die Fehlpunktion durch ein Brennen in distalen Extremitätenabschnitten und Blässe bis in die Fingerregion.

Pathophysiologisches Kriterium. Bei der ursprünglich geplanten i.v.-Injektion ist davon auszugehen, daß das Pharmakon in ein kleineres venöses Gefäß appliziert wird, dann proximalwärts fließt und in größer werdenden Gefäßlumina immer mehr verdünnt wird.

Hingegen ist bei der irrtümlichen intraarteriellen Injektion infolge des peripher gerichteten Blutflusses eine Kaliberabnahme und damit ein relativer Konzentrationsanstieg des Medikamentes zu erwarten.

Die versehentliche intraarterielle Injektion kann einen massiven Vasospasmus bedingen, der über eine Hypoperfusion bis zur Nekrose und damit Amputation der Extremität gehen kann. Die einschlägige Gefahr wächst mit der applizierten Dosis und der Konzentration.

Im Zweifelsfall sollte man den Punktionsversuch abbrechen und von einer Injektion absehen. Nach einiger Latenzzeit (mit Kompression der Einstichstelle) kann man an anderem Ort einen weiteren Versuch unternehmen.

Wurde trotz aller Vorsicht unbeabsichtigt intraarteriell injiziert, muß man die Kanüle für die Einleitung weiterer Maßnahmen im Gefäßlumen belassen. Nach initialer Verdünnung mit 20 ml 0,9%iger NaCl-Lösung wird empfohlen, fraktioniert Panthesin-Hydergin (200mg Panthesin mit 0,3mg Hydergin) und dann 50 bis 100mg eines Prednison-Derivates langsam zu injizieren. Abschließend kann man noch 10ml einer 1%igen Lidocain-Lösung (ohne Adrenalinzusatz!!) langsam applizieren, um jetzt die Kanüle zu entfernen.

Unabdingbar ist es, einen peripheren Venenzugang zu legen. Gegebenenfalls kann eine Dauertropfinfusion mit Hydergin/Panthesin/Prednison-Derivat eingeleitet werden. Der Patient gehört umgehend in gefäßchirurgische oder angiologische stationäre Behandlung, welche notfallmäßig eingeleitet werden muß.

Nervenpunktion. Die versehentliche Punktion eines Nerven ist leider keine ganz seltene Komplikation der intravenösen Injektion. Am ehesten gefährdet ist hierbei der N. medianus im medialen (ulnaren) Anteil der Ellenbeuge. Im Bereich der lateralen Ellenbeuge ist auch vereinzelt eine Schädigung des N. radialis mit seinen motorischen und sensiblen Ästen beschrieben. Sie wird seltener durch direkte Punktion erzeugt, als vielmehr durch perineuralen Druck, der von paravenösen Infiltraten ausgeht.

Nach irrtümlicher Nervenpunktion sind denkbar:

- Sofortlähmung ohne Sofortschmerz
- Sofortlähmung mit Sofortschmerz
- Spätlähmung ohne Sofortschmerz

Hierbei ist die Fehlpunktion meistens endo- oder paraneural. Auch die Einbeziehung vegetativer Strukturen wurde beschrieben.

Verspürt der Patient während der Punktion oder Injektion einen radial ausstrahlenden oder einschießenden Schmerz oder entwickeln sich plötzlich Kribbel- oder Taubheitsgefühle (Dysästhesien) in der betroffenen Extremität, ist die Spritzprozedur unverzüglich abbrechen und die Kanüle zu retrahieren.

Derartige Nervenschäden müssen insgesamt als prognostisch ungünstig eingestuft werden. Es ist dringend zu raten, in solchen Fällen frühestmöglich ein neurologisches/neurochirurgisches Konsil einzuholen. Hierbei spielen der intrafasziale Gewebedruck und die Toxizität des injizierten Agens eine wichtige Rolle. Frühzeitige Hämatomausräumung oder rechtzeitige Faszienpaltung durch den Chirurgen ist erforderlich.

Als wichtigste Frühzeichen sind neben dem akuten Schmerz das Weißwerden des Handrückens und der Handinnenflächen sowie eine Zyanose der Finger zu werten. Derartige Symptome treten häufig bereits nach der Injektion von ein bis zwei Milliliter Agens auf. Die Injektion muß augenblicklich abgebrochen werden!

Deshalb: grundsätzlich langsam und fraktioniert injizieren.

Thrombophlebitis/Phlebothrombose. Venöse Phlebitiden sind traumatischer Genese (Punktion, Katheter im Lumen), bakterieller oder abakterieller Herkunft. Nicht selten greift diese Entzündung auf das Endothel, die Intimaschicht des Gefäßes, über, und es bildet sich ein Thrombus; es entsteht die Thrombophlebitis. Infolge der konsekutiven Bakterieninvasion treten die klassischen Entzündungszeichen auf: Dolor, Calor, Rubor und Tumor: von peripher nach proximal.

Trotz richtiger Technik und sorgfältiger Sterilität wird es immer wieder zu Venen-wandreizungen kommen, welche nicht selten in einer Thrombophlebitis enden. Neben der aseptischen Punktion wirkt die sorgfältige Pflege der Punktionsstelle hier vorbeugend. (Außer der gewählten Lokalisation spielt auch die Thrombogenität des verwendeten Kathetermaterials eine gewisse Rolle.)

Sollte sich diese Komplikation eingestellt haben, so ist zunächst und ausnahmslos der Venenkatheter zu entfernen und, wenn möglich, die Katheterspitze zur bakteriologischen Untersuchung einzusenden.

Bei der Thrombophlebitis empfiehlt sich ferner die initiale Ruhigstellung mit Alkoholumschlägen. Manchmal kann anfangs auch eine lokale Kältetherapie Schmerzen lindern. Im weiteren Verlauf können feuchte Wärme und Heparinsalbe appliziert werden. In jedem Fall muß eine Phlebothrombose ausgeschlossen werden.

Bei der schweren Thrombophlebitis und bei der Phlebothrombose muß neben der eben genannten Therapie (Ruhigstellung, Alkoholumschläge) unbedingt bereits zu Beginn eine Antikoagulantientherapie eingeleitet werden. Hierbei ist immer eine Sepsis auszuschließen.

Kommt es im Verlauf einer derartigen Komplikation zu hochfieberhaften Zuständen, ist eine entsprechende Antibiotikatherapie indiziert; eine genaue Verlaufskontrolle des Entzündungsprozesses ist vorzunehmen. Meistens handelt es sich bei diesen Fieberzuständen um eine durch Keiminvasion verursachte bakterielle

Thrombophlebitis. Die Ursachen liegen seltener in einer unsterilen initialen Technik, sondern häufiger in mangelnder Pflege der Punktionsstelle und einer zu langen Verweildauer der Kanüle, aber auch in der Abwehrschwäche eines Patienten (Cave: besonders gefährdet sind Patienten mit AIDS und ARC = AIDS Related Complex).

Eine chirurgische Intervention ist wegen der guten Prognose und meist raschen Heilungstendenz nur sehr selten erforderlich. Sollte sich aber ein septisches Syndrom ausbilden, so steht natürlich die Herdsanierung an erster Stelle.

1.5.2 Alternativtechniken

Der zentralvenöse Zugang. Die Punktion zentraler Venen (V. subclavia, V. jugularis interna) und das Anlegen eines zentralvenösen Katheters (ZVK) stellt in der präklinischen Notfallversorgung eine Ausnahme dar. Die Technik erfordert vom Notarzt eine ausreichende Erfahrung, bedarf einer aseptischen Vorgehensweise, ist zeitaufwendig und potentiell komplikationsreich (z.B. Fehlpunktion, Blutung, Pneumothorax). Insbesondere unter Reanimationsbedingungen müssen für die Punktion einer der oberen zentralen Venen die Basismaßnahmen länger unterbrochen werden.

Die V. femoralis bietet als zentralvenöse Zugangsmöglichkeit eine Alternative mit u.U. geringerer Komplikationsgefahr, die zumindest für eine aggressive Volumentherapie nutzbar erscheint.

Der intraossäre Zugang. Die Punktion der Tibia mit speziellen Kanülen und die Applikation von Volumenersatzmitteln und Notfallmedikamenten über diesen Zugangsweg bleibt der Behandlung von Kindern bis zu einem Alter von 6 Jahren vorbehalten. Im Notfall ist die Punktion auch bei älteren Kindern und auch ohne spezielles Punktionsset denkbar. Auf diese Technik soll an dieser Stelle aber nicht weiter eingegangen werden.

Die endobronchiale Medikamentenapplikation. In Fällen, in denen sich das Anlegen eines peripheren venösen Zugangs verzögert oder beim bereits intubierten Patienten besteht die Möglichkeit, gewisse Medikamente endotracheal, bzw. endobronchial über den Endotrachealtubus zu verabreichen.

Bei der endobronchialen Medikamentenapplikation wird idealerweise das mit physiologischer Kochsalzlösung oder Aqua auf ca. 10 ml verdünnte Medikament über einen in den Tubus eingeführten Absaugkatheter tief endobronchial instilliert und anschließend zur besseren Verteilung zweimal mit dem Beatmungsbeutel

gebläht – ohne z. B. eine zwischenzeitliche Herzdruckmassage, die die endobronchiale Verteilung und Resorption des Medikaments behindern würde.

Grundsätzlich können nach bisherigen Erfahrungen fünf Medikamente endobronchial appliziert werden.

N aloxon (Narcanti®)

A tropin

D iazepam (Valium®)

E pinephrin(Adrenalin/Suprarenin®)

L idocain (Xylocain®)

Endobronchial wirksame Medikamente (Merkwort „NADEL“)

Die endobronchiale Verabreichung von Adrenalin, Lidocain und Atropin war bisher Gegenstand zahlreicher Studien. Die endobronchiale Gabe von Diazepam und Naloxon ist theoretisch möglich, wurde jedoch noch nicht ausreichend in der klinischen Anwendung untersucht.

Die optimale Dosis für die endobronchiale Verabreichung verschiedener Medikamente ist noch nicht abschließend geklärt, wobei überwiegend empfohlen wird das zwei- bis dreifache der üblichen i.v.-Dosis zu wählen. Nach endobronchialer Anwendung von Adrenalin ist eine weitere e.b. Medikamentengabe nicht zu empfehlen (Vasokonstriktion, Abnahme der Resorption), insgesamt sind aber bis zu drei endobronchiale Adrenalingaben möglich!

Tips und Tricks

Zunächst werden 3 mg Adrenalin (am besten aus 25 mg-Stechampulle) in eine 20 ml-Spritze aufgezogen. Anschließend wird aus einer für diese Zwecke zu verwendenden NaCl 0,9% Flasche 7 ml Verdünnungsmittel zugegeben (⇨ Vermischung) – entspricht der üblichen „3 zu 10“-Verdünnung. Die Flasche sollte anschließend verworfen werden da beim Aufziehen Adrenalin in die NaCl Lösung verschleppt werden kann. Die 20 ml Spritze enthält jetzt 10 ml der Verdünnung mit Adrenalin. Die restlichen 10 ml werden mit Luft aufgezogen. Anschließend wird von einem Absaugkatheter („orange“ oder „grün“) die Spitze abgeschnitten und, diesen auf den Spritzenkonus aufgesetzt und fixiert. Der Absaugkatheter wird tief in den Tubus eingeführt, das verdünnte Adrenalin wird schnell injiziert, mit der Restluft wird die Flüssigkeit „vernebelt“.

Im Vergleich zur intravenösen Verabreichung ergeben sich bei der endobronchialen Applikation von Adrenalin leicht verringerte und verzögerte Plasmaspitzenkonzentrationen bei verlängerter Wirkungsdauer.

Für die Applikation von Lidocain wurde unter Reanimationsbedingungen eine höhere erforderliche Dosis beschrieben, um Plasmaspiegel im therapeutischen Bereich zu erzielen (ca. 500 mg für Erwachsene). Atropin zeigt die beste bronchiale bzw. tracheale Resorptionsfähigkeit.

1.6 Elektrotherapie von Herzrhythmusstörungen

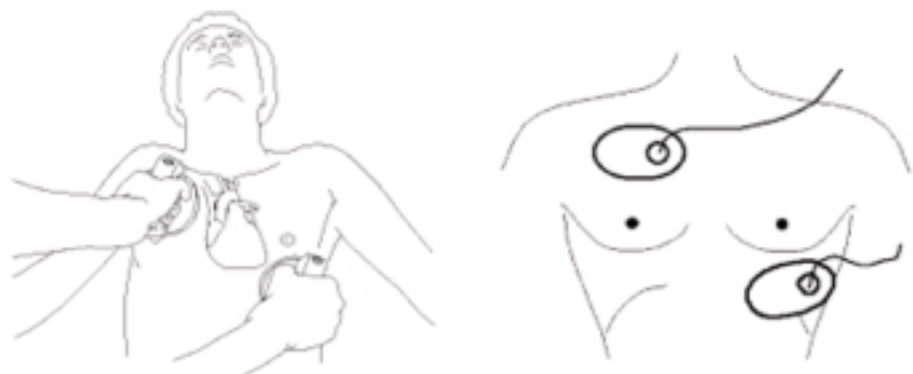
1.6.1 Defibrillation

Beim Kammerflimmern kommt es zu einer unkoordinierten Erregung und Kontraktion einzelner Muskelzellgruppen, ohne Auswurfleistung des Herzens, entsprechend einem funktionellen Herz-Kreislauf-Stillstand.

Ziel der Defibrillation ist es, alle Herzmuskelzellen gleichzeitig zu depolarisieren und in den Zustand der Refraktärzeit zu überführen-, dies in der Hoffnung, daß der Sinusknoten seine Schrittmacherfunktion wieder neu übernimmt. Gleiches gilt für die pulslose ventrikuläre Tachykardie.

In der Reanimationssituation wird durch ärztliches Personal in der Regel ein manueller Defibrillator (Rhythmusanalyse auf EKG-Sichtmonitor durch den Anwender) angewandt. Diese sind meist mit sog. Defibrillations-Paddles, die auf den Brustkorb des Patienten gehalten werden, ausgestattet.

EKG-Ableitung über
Defi-Paddles und über
Klebe-Elektroden



Automatisierte externe Defibrillatoren (AED), wie sie für die Frühdefibrillation durch nichtärztliches Personal zur Anwendung kommen (computergestützte Rhythmusanalyse und Indikationsstellung zur Defibrillation), verfügen über Defibrillations-Klebelektroden.

Vor Verwendung des manuellen Defibrillators müssen die Defibrillations-Paddles mit Elektroden-Gel bestrichen werden. Hierfür ist eine Gelmenge entsprechend der Größe einer Erd- oder Haselnuß ausreichend.

Bei Verwendung von zu viel Elektroden-Gel kann durch Verschmieren eine "Gelbrücke" zwischen den beiden Paddles entstehen, was zu einem Stromfluß oberflächlich auf der Haut anstatt durch das Herz führen kann. Dies stellt ein Gefahrenpotential für Patient und Bediener dar. Desweiteren behindert verschmiertes Elektroden-Gel die Ausführung der Herzdruckmassage (Abrutschen etc.).

Die Defibrillations-Paddles werden üblicherweise unterhalb des rechten Schlüsselbeins parasternal und im Bereich der Herzspitze aufgesetzt (vordere Axillarlinie). Bei Patienten mit einem Herzschrittmacher müssen die Paddles so weit wie möglich von der Schrittmachereinheit entfernt (mind. 10 cm) auf den Brustkorb gehalten werden.

Die Steuereinheit befindet sich meist im Bereich des großen rechten Brustmuskels in der Nähe der Achsel (achten auf Narben!) und ist durch die Haut tastbar. Eine Defibrillation in diesem Bereich kann zum einen den Schrittmacher zerstören, zum anderen Defibrillationsenergie verbrauchen, die sich dann punktuell entlang der Sonde am Herzen entladen kann.

Als alternative Elektrodenposition bietet es sich hier an, eine Elektrode ventral über dem Herzen (etwa in Medioklavikularlinie), die zweite dorsal unterhalb des linken Schulterblattes zu plazieren.

Gleiches gilt für Patienten mit implantierten Defibrillatoren. Diese applizieren dem Patienten bei eintretendem Kammerflimmern mehrere Stromimpulse. Diese Schocks sind möglicherweise für den Helfer fühlbar, aber ungefährlich. Eine externe Defibrillation kann unter den oben genannten Voraussetzungen jederzeit durchgeführt werden.

Bei der manuellen Defibrillation ist darauf zu achten, daß die Paddles vom Gerätebediener in der beschriebenen Position fest auf den Brustkorb des Patienten gedrückt werden (mit einem Aufpressdruck von etwa 10 kg pro Paddle), um einen möglichst groß-

flächigen Elektrodenkontakt zu gewährleisten und den Übertragungswiderstand zu verringern. Die Paddles müssen während der gesamten Phase von Rhythmusanalyse, Defibrillation und erneuter Rhythmusanalyse aufgesetzt bleiben, um zum einen eine Zeitverzögerung zu vermeiden und zum anderen ein zu frühes Abheben vom Brustkorb noch während der Energieabgabe zu verhindern.

Es werden, sofern Kammerflimmern fortbesteht, jeweils bis zu drei Defibrillationen direkt nacheinander durchgeführt ("Rapid Sequence Defibrillation"). Nach der ersten und zweiten Schockabgabe wird der Defibrillator sofort wieder aufgeladen, ohne auf das Ergebnis der EKG-Interpretation zu warten. Ergibt sich dann ein nicht-defibrillationswürdiger Rhythmus, muß der Bediener des Defibrillators die Energie intern entladen.

Die Schockformen können unterschieden werden in monophasische und biphasische Schockformen. Die Stromkurve eines monophasischen Gerätes hat eine sinoidale Form. Geräte mit einer biphasischen Stromkurve können bei geringerer Stromstärke gleiche Ergebnisse erzielen.

Die Defibrillationsenergie (für monophasische Schockformen) beträgt beim Erwachsenen 1,5-3 Joule/kg KG (für biphasische Schockformen gilt eine äquivalente Energiemenge).

In der Praxis wird initial mit einer Energie von 200 Joule defibrilliert, bei der zweiten Defibrillation mit 200 oder 300 Joule, ab der dritten Defibrillation mit 360 Joule (gültig für eine monophasische Schockform, für biphasische Schockformen gilt eine äquivalente Energiemenge). Sollte eine der anfänglichen Defibrillationen erfolgreich gewesen sein, so wird bei erneutem Auftreten von Kammerflimmern mit der zuletzt erfolgreichen Energie defibrilliert.

Weitere Aspekte zur praktischen Durchführung der Defibrillation mit manuellen Geräten und automatisierten externen Defibrillatoren werden im Abschnitt Abschnitt 2.3 Defibrillation auf Seite 58 besprochen.

1.6.2 Kardioversion

Patienten, die in Folge einer ausgeprägten Tachykardie (z.B. ventrikuläre Tachykardie, Tachykardie bei Vorhofflattern oder -flimmern, PSVT) hämodynamisch instabil sind, d.h. Symptome wie Bewußtseinstäubung, Dyspnoe, Thoraxschmerz oder Lungenödem zeigen, werden primär oder nach erfolglosem medikamentösen Therapieversuch einer Kardioversion unterzogen.

Unter Notfallbedingungen unterscheidet sich die Kardioversion von der Defibrillation in zwei Punkten.

1. Die Stromapplikation wird mit der R-Zacke des EKG's synchronisiert, um eine Energieentladung während der vulnerablen Phase des Herzens (T-Welle) zu vermeiden, welches sonst Kammerflimmern auslösen könnte.
2. In der Regel ist die Wahl einer geringeren Energiemenge möglich. Üblicherweise wird mit 100J/200J/300J/360J kardiovertiert, mit Ausnahme der polymorphen ventrikulären Tachykardie, die initial bereits mit 200J kardiovertiert wird und der paroxysmalen supraventrikulären Tachykardie und Vorhofflattern, bei der die initiale Energie nur 50J betragen sollte (Alle Angaben gelten für monophasische Schockformen). Trotz geringerer Energiemengen ist meist eine Analgosedierung des Patienten notwendig, sofern dies aufgrund des Zeitdrucks bzw. der instabilen Hämodynamik möglich ist, oder aufgrund einer Bewußtlosigkeit noch nötig ist.

1.6.3 Schrittmachertherapie

Eine weitere Möglichkeit der Elektrotherapie des Herzens in der Notfallsituation ist die Schrittmacherstimulation. Hierfür werden ausschließlich großflächige Klebeelektroden angewandt.

Die Anode wird unterhalb der Spitze des linken Schulterblattes auf den Rücken geklebt, die Kathode etwa in Höhe des 5. ICR in der Medioklavikularlinie links aufgebracht. Die Stimulation erfolgt dann mit einer gewählten Frequenz von 60–100/Min. durch Stromimpulse im Milliampere-Bereich (die Geräte sind meist von 0 bis 200 mA einstellbar).

In der Praxis wird dabei die Stromstärke z.B. in 20 mA-Schritten solange gesteigert, bis die Schrittmacherimpulse vom Ventrikel übernommen werden und ein Puls an der rechten A. carotis oder an den Aa. femorales tastbar wird (DD Muskelzuckungen, v.a. bei Pulstastung an der linken A. carotis). Die Impulsstärke wird dann in 5 mA-Schritten feinjustiert, um diese sog. Capture-Stromstärke einzustellen. Die notfallmäßige Schrittmachertherapie ist angezeigt bei allen hämodynamisch instabilen Bradykardien (z. B. AV-Block 2. Grades Typ 2, AV-Block 3. Grades, Bradykardien mit ventrikulären Ersatzrhythmus). Insbesondere bei einer Bradykardie im Rahmen von Vorhofflimmern/-flattern ist die Schrittmachertherapie jedem medikamentösen Versuch, die Herzfrequenz anzuheben, vorzuziehen.

Eine Sonderform der Schrittmacherstimulation, das sog. Overdrive-Pacing, kommt als Therapiemöglichkeit bei supraventrikulären und ventrikulären Tachykardien in Betracht, die durch medikamentöse Therapie und Kardioversion nicht durchbrochen werden konnten. Das Prinzip des Overdrive-Pacing besteht darin, zuerst mit einer Frequenz zu stimulieren, die über der Eigenfrequenz des Patienten liegt, so daß das Herz nach Abschalten der Stimulation wieder in einen normalen Rhythmus überführt wird.

Indikationen für Notfall-Schrittmacher:

- Bradykardie mit hämodynamischer Auswirkung (Klasse I-Empfehlung): RR < 80 mm Hg, Veränderung des Bewußtseinszustandes, A.p.-Beschwerden, Lungenödem
- Bradykardie mit Ersatzrhythmus, die nicht auf medikamentöse Behandlung anspricht (Klasse IIa-Empfehlung)
- Overdrive-Pacing bei therapierefraktärer supraventrikulärer oder ventrikulärer Tachykardie nach Behandlungsversuchen mit Medikamenten oder Kardioversion (Klasse IIb - Empfehlung)
- Herzstillstand mit (Brady-)Asystolie (Klasse IIb-Empfehlung); keine Routineempfehlung, nur direkt nach Beginn des Herzstillstandes erfolgversprechend